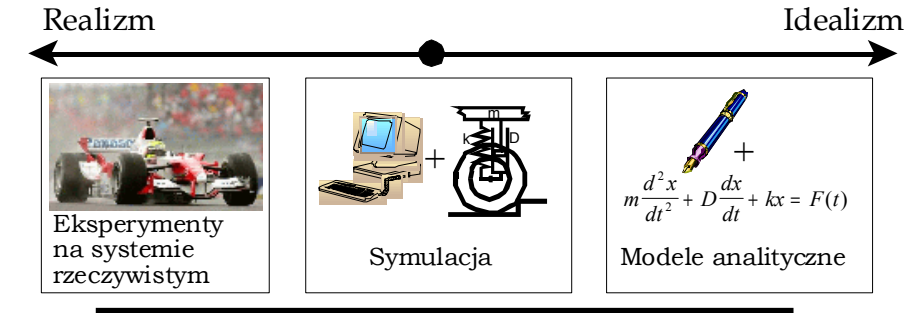
Alicja Balcerak
Witold Kwaśnicki

MODELOWANIE SYMULACYJNE SYSTEMÓW SPOŁECZNO-GOSPODARCZYCH: RÓŻNORODNOŚĆ PODEJŚĆ I PROBLEMÓW

Model, niejako z definicji, jest wyidealizowaną, uproszczoną, przybliżoną reprezentacją rzeczywistości. Wydaje się, że podstawowymi celami dla jakich buduje się modele są:

- zrozumienie i wyjaśnienie zaobserwowanego zjawiska czy procesu (w tym wykorzystanie modelu w celach edukacyjnych),
- przewidywanie (predykcja) rozwoju badanego procesu lub zjawiska (lub dualny problem określenia przeszłej ścieżki rozwoju kończącej się aktualnie obserwowanym stanem rzeczywistego procesu, tzw. retroprognoza, retrodykcja),
- wspomaganie procesu decyzyjnego tak by możliwe było osiągnięcie zakładanych celów,
- zaprojektowanie systemu tak by jego działanie spełniało oczekiwania użytkowników.

Każdy system teoretyczny jest swego rodzaju abstrakcją opisującą w specyficzny sposób reakcje zachodzące pomiędzy wybranymi wyidealizowanymi obiektami. System taki może być uznany za model wybranego obszaru rzeczywistości tylko wtedy, kiedy istnieje homeomorfizm pomiędzy obiektami rzeczywistymi a abstrakcyjnymi (wyidealizowanymi). Dlatego należy przyjąć, że każdy model powinien składać się z trzech fundamentalnych elementów: zbioru obiektów abstrakcyjnych, relacji pomiędzy nimi oraz ze wspomnianego homeomorfizmu, pozwalającego na odpowiednią interpretację zachowania się obiektów abstrakcyjnych w terminach zjawisk (procesów) rzeczywistych.



Zalety

- realizm - ostateczna weryfikacja	- względny realizm ('imitujący') - badanie systemów nieistniejacych - kontrola upływu czasu - elastyczność kryteriów przy optymalizacji - kontrola eksperymentów i ich powtarzalność - ograniczone zdolności matematyczne - względnie niski koszt - wykorzystanie wiedzy ekspertów	- ogólność wyników - rozwiązania optymalne

Wady

- system musi istnieć - nieodpowiednia skala czasu - ograniczony zakres wartości parametrów - ograniczona liczba możliwych eksperymentów	- brak ogólności uzyskanych wyników - duża liczba wymaganych eksperymentów - problemy ze znalezieniem rozwiązań optymalnych - długi czas badań symulacyjnych - 'nadużycia symulacji'	- konieczność daleko idących uproszczeń - zaawansowany aparat matematyczny

Rysunek 1. Trzy techniki badania rzeczywistości

Badania symulacyjne wymagają stosowania skutecznych metod budowy modelu, jego weryfikacji i walidacji. Symulację należy uznać za specyficzną technikę badania rzeczywistości, rozwijaną szczególnie intensywnie w ostatnich dekadach. Rozwój tej techniki był możliwy dzięki rewolucyjnym zmianom w technologii komputerowej, zainicjowanych w połowie XX wieku, dlatego mówiąc współcześnie o symulacji ma

się najczęściej na myśli symulację komputerową. Symulację można umiejscowić gdzieś pomiędzy dwoma ‘ekstremalnymi’ technikami badania rzeczywistości, jakimi są badania obiektów fizycznie istniejących (eksperymentowanie z systemami rzeczywistymi) oraz badania analityczne (budowanie modeli matematycznych, formalnych). Ilustruje to rysunek 1, na którym po lewej stronie przedstawiono zalety i wady badania obiektów rzeczywistych (np. badania zachowania się nowo zaprojektowanego samochodu jeżdżącego po różnych nawierzchniach), a po prawej stronie badania analityczne modelu matematycznego (np. układu równań różniczkowych opisujących zachowanie się zawieszenia samochodu).

Oczywiście, różnorodność podejść do budowy modelu symulacyjnego jest przeogromna. Skromnym świadectwem tej różnorodności jest tematyka artykułów zamieszczonych w niniejszym tomie. Generalnie można powiedzieć, ze skutecznym, ogólnym podejściem w budowie modelu symulacyjnego jest naśladowanie natury. Może to oznaczać postawę redukcjonistyczną, kiedy to wyodrębnia się w badanym systemie elementarne podsystemy - np. sprężyny (resory), amortyzatory, stabilizatory, hamulce, koła, itd. Następnie buduje się w miarę proste modele tychże podsystemów i w ostatnim kroku łączy się te modele tak by móc badać zachowanie się ‘modelu całościowego’. By przybliżyć się do rzeczywistości modele podsystemów są z reguły modelami nieliniowymi, co czyni model całościowy niemożliwym do rozwiązania analitycznego. Jak możemy oczekiwać, symulacja łączy zalety (ale także i wady) obu skrajnych podejść: badań obiektów rzeczywistych i badań analitycznych.

Nie jest tutaj możliwe przedstawienie zalet i wad wszystkich trzech podstawowych technik analizy rzeczywistości. W hasłowy sposób zasygnalizowane zostały one na rysunku 1. Omówmy jedynie pokrótce zalety i wady symulacji, próbując jednocześnie skontrastować je z zaletami wadami dwóch pozostałych technik. Zalety symulacji:

- Względny realizm, nazwać by go można „realizmem imitującym”, „realizmem naśladowczym”. Naturalnie realizm ten nie jest tak daleko idący jak w badaniach eksperymentalnych na systemie rzeczywistym, ale jest znacznie bardziej widoczny, aniżeli w modelach matematycznych, kiedy to chęć znalezienia rozwiązania analitycznego wymusza czynienie wielu założeń upraszczających lub agregację. Eksperymenty na systemach rzeczywistych umożliwiają ostateczną weryfikację poczynionych założeń i hipotez. Należy jednak podkreślić, że o ile taka ostateczna weryfikacja jest możliwa w systemach technicznych, to w systemach społeczno-gospodarczych jest nieakceptowana albo wręcz niemożliwa.
- Symulacja umożliwia efektywne badanie systemów, które nie istnieją; w ekstremalnych sytuacjach możliwe jest badanie systemów istniejących w tzw. rzeczywistości wirtualnej lub w umyśle badacza (modele mentalne).
- Możliwość kontrolowania upływu czasu – symulacja umożliwia zarówno przyspieszenie, jak i spowolnienie upływu czasu, dopasowując go do oczekiwań i możliwości percepcyjnych badacza. Dzięki temu możliwe jest badanie systemów przebiegających bardzo powoli (np. w skali paleobiologicznej) jak i bardzo

szybko (np. procesy opisywane przez mechanikę kwantową), a badania tego typu mogą trwać kilka minut, tak by możliwa była analiza poszczególnych faz rozwoju, a nie setki tysięcy lat, czy niezmiernie szybko, rzędu 10^{-12} sekundy. Ten element upływu czasu nie jest istotny w modelach matematycznych, ale jest bardzo istotny w badaniach eksperymentalnych.

- Wyróżniającą cechą symulacji jest duża elastyczność stosowanych kryteriów optymalizacji. Podczas gdy w badaniach analitycznych częstym wymogiem jest możliwość różniczkowalności kryterium optymalizacji, to w symulacji wymóg ten nie jest istotny. W symulacjach często stosowanymi kryteriami są kryteria jakościowe czy stosowanie wielu kryteriów jednocześnie (tzw. problem wielokryterialności).
- Dzięki symulacji możliwe jest dokonywanie badań w warunkach niemożliwych do realizacji zarówno w eksperymentach z obiektami rzeczywistymi, jak i w badaniach analitycznych. Ograniczenia co do zakresu zmienności parametrów modelu nie są zbyt silne w symulacjach, możliwe jest przyjęcie wartości ekstremalnych, które w systemach rzeczywistych mogłyby prowadzić do destrukcji systemu. Możliwe jest wymuszenie stałości wartości jakiejś zmiennej (np. stóp procentowych), tak by oszacować wpływ różnego rodzaju polityk na rozwój systemów (np. gospodarczych).
- Powtarzalność eksperymentów symulacyjnych, tak by np. badać wpływ zmian wartości parametrów modelu dla tej samej serii liczb losowych reprezentujących np. realizację procesu stochastycznego obserwowanego w rzeczywistości. Możliwe jest oczywiście badanie zachowania się systemu przy tych samych warunkach początkowych, ale dla różnych realizacji wybranego procesu stochastycznego. W odróżnieniu od badań symulacyjnych, liczba możliwych do przeprowadzenia eksperymentów na obiektach rzeczywistych jest bardzo ograniczona (np. ze względu na bardzo wysokie koszty).
- Współczesne pakiety symulacyjne umożliwiają budowanie niekiedy bardzo skomplikowanych modeli bez konieczności posiadania dużej wiedzy matematycznej. W większości wypadków wymagana jest elementarna wiedza matematyczna. W wielu pakietach symulacyjnych, w miarę podawania odpowiednich informacji dotyczących rzeczywistego zachowania się systemu, program symulacyjny sam „buduje" odpowiedni model matematyczny (ale warto tutaj podkreślić, że to nie oznacza, ze budowa modelu symulacyjnego jest "atwa i przyjemna"). Kontrastuje to z częstym wymogiem znajomości zaawansowanego aparatu matematycznego w przypadku chęci zbudowania modelu analitycznego.
- Z poprzednią zaletą podejścia symulacyjnego łączy się względna łatwość wykorzystania wiedzy eksperckiej o badanym systemie w procesie budowy modelu symulacyjnego. Niebagatelną zaletą symulacji jest też możliwość uczenia się i zdobywania wiedzy o systemie w trakcie procesu budowy modelu symulacyjnego, a zwłaszcza nabywania wiedzy o możliwym repertuarze pytań jakie mo-

żemy „zadać naturze”.

- Względnie niski koszt budowy modelu symulacyjnego. Jak się ocenia, koszt budowy dobrego, realistycznego, modelu symulacyjnego to zwykle kilka procent kosztów budowy obiektu rzeczywistego.

Lista zalet symulacji jest dość długa, ale równie długi jest rejestr wad podejścia symulacyjnego:

- Istotną wadą jest brak ogólności otrzymanych wyników. Wyniki badań symulacyjnych są zasadne jedynie dla ściśle określonych warunków w jakich przebiegały symulacje. Należy zatem bardzo ostrożnie podchodzić do czynionych niekiedy uogólnień i postulowanych uniwersalnych wniosków wypływających z wyników badań symulacyjnych. Wady tej nie mają modele analityczne, dzięki którym możliwe jest np. określenie uniwersalnych warunków optymalności zachowania się systemu.
- Często by sformułować wnioski należy przeprowadzić dziesiątki, a nawet setki badań symulacyjnych (np. po to by policzyć interesujące wartości oczekiwane wybranych zmiennych).
- Istnieją duże ograniczenia odnośnie do znalezienia rozwiązań optymalnych. Symulacja jest bardzo dobra w odpowiedziach na pytanie typu „*Co się zdarzy jeśli ...?*” natomiast stwarza problemy w odpowiedziach na pytania typu ”*Jakie działanie jest najlepsze dla ...?*”. Bywa możliwe określenie optymalnych (albo prawie optymalnych) rozwiązań dzięki badaniom symulacyjnym, wymaga to jednak bardzo wielu czasochłonnych i kosztownych badań. Warto jednak powiedzieć, że często podkreślana zaleta możliwości znalezienia rozwiązań optymalnych przy użyciu modeli analitycznych okazuje się iluzoryczną. Należy bowiem pamiętać, że rozwiązania te uzyskuje się często za cenę bardzo daleko idących uproszczeń.
- Wadą symulacji jest względnie długi czas budowy, testowania, walidacji modelu symulacyjnego, jak również długi czas samych badań symulacyjnych potrzebnych do sformułowania wniosków końcowych.
- Na koniec warto zwrócić uwagę na prawdopodobnie najważniejszą wadę symulacji jaką jest stosunkowo łatwa możliwość jej nadużywania. Jeżeli badania symulacyjne wykonywane są na zlecenie zewnętrznego użytkownika, to możliwe jest zbudowanie programu, który ma ładnie wyglądający interfejs komunikacyjny, ale „w środku” zawiera błędne założenia i metody, których nieadekwatność jest bardzo trudno wykryć w gąszczu całego, niekiedy ogromnego, programu.

Symulacja jest metodą niejednorodną; stosuje się ją dla różnych celów i różnych odbiorców, używając różnych technik i metodyk modelowania. Ta niejednorodność szczególnie wyraźna jest wśród modeli systemów społeczno-gospodarczych, których złożoność, zmienność, niepewność; słowem, jak ujął to Moss [2000], *kłopotliwość* stanowi wyzwanie i zmusza do poszukiwań metodologicznych i informatycznych.

Trudności związane z tworzeniem modelu konceptualnego (będącego pierwszym etapem budowy modelu symulacyjnego) wynikają często z niedostępności i nieprzekładalności modeli mentalnych[1] osób zaangażowanych w budowę modelu. Jednocześnie jakość tworzonego modelu zależy od stopnia zaangażowania i jakości współpracy tychże osób. Problematyka ta podjęta została przez Roman Pietronia w artykule *Modele mentalne w grupowym budowaniu modeli symulacyjnych*. W pierwszej części artykułu Autor przedstawia pokrótce założenia i procedury nowego paradygmatu grupowego budowania modeli (GMB). W drugiej części podejmuje on próbę analizy wzajemnych wpływów zróżnicowanych modeli mentalnych członków grupy i wyłaniającego się modelu symulacyjnego tworzonego w całym zespole. Zasadnym zatem wydaje się problem postawiony przez Romana Pietronia; czy w wyniku tej współpracy zanika początkowa duża różnorodność modeli mentalnych i pojawia się jakiś wspólny 'zespołowy model mentalny' badanego zjawiska?

W drugim artykule Bożena Mielczarek opisuje *Aspekty losowości w modelach symulacyjnych* zwracając uwagę, że wpływ losowości zjawisk rzeczywistych jest widoczny niemalże na każdym etapie budowy modelu, od gromadzenia i przygotowania danych źródłowych, poprzez sam etap symulacji w której jakże często dominują procesy stochastyczne, jak również na etapie weryfikacji i walidacji modelu oraz planowania eksperymentów symulacyjnych i analizy wyników symulacji. Z punktu widzenia twórcy modelu ważne jest, by był on świadomy wagi losowości na każdym etapie jego budowy. Istotna jest jakość generowania przebiegów losowych. W tym kontekście autorka podejmuje klasyczny problem metodologii i jakości generowania liczb losowych, zwracając uwagę, że „badania nad poszukiwaniem doskonałego generatora liczb losowych ciągle trwają". Faktycznie, już nawet wstępne przeszukanie zasobów internetowych pokazuje jak bogata jest oferta pozwalająca pokonać niedoskonałości wbudowanych w pakietach symulacyjnych generatorów liczb losowych. Na stronie internetowej www.random.org można pobrać 'prawdziwie losowe szeregi', nawet w czasie rzeczywistym. Na wielu stronach (np. www.randombots.com, random.mat.sbg.ac.at/generators) można pobrać dobre, przetestowane generatory liczb losowych. Dla wymagających proponowane są rozwiązania hardwarowe, np. na stronie www.comscire.com oferowane są dwa takie specjalne urządzenia.

Trzy kolejne artykuły odnoszą się do zastosowań symulacji. Justyna Uziałko przedstawia *Zastosowanie modelowania symulacyjnego w usprawnieniu procesu obsługi klientów banku*. Jest to przykład typowego przebiegu pracy nad i z modelem symulacyjnym – od zdefiniowania problemu, poprzez poszczególne etapy budowy modelu po eksperymentowanie zakończone propozycją zmiany - w tym przypadku

[1] Symulodzy często nazywają modelem mentalnym ogląd rzeczywistości (lub problemu) właściwy dla twórcy lub użytkownika modelu i w takim znaczeniu jest tu użyty ten termin (por. [Doyle i Ford 1998] oraz artykuł R. Pietronia w niniejszym zbiorze).

zmiany systemu obsługi klientów, tak by poprawić poziom wykorzystania stanowisk obsługi i zwiększyć zadowolenie klientów banku.

Trzy kolejne artykuły (Joanny Domurat *Analiza zyskowności produktów ubezpieczeń majątkowych i osobowych*, Józefa Wilka *Analiza symulacyjna efektywności inwestycji długookresowej* oraz Marka Lubicza, *Alokacja finansowa w regionalnym systemie ochrony zdrowia*), są przykładami wykorzystania nie tyle modelowania symulacyjnego, co obliczeń symulacyjnych odnoszących się albo do konkretnych modeli matematycznych (dwa pierwsze artykuły) albo do konkretnego systemu jakim jest dolnośląska opieka medyczna (ostatni z wymienionych).

Kolejna grupa artykułów reprezentuje podejście heterogeniczne (hybrydowe) do analizy symulacyjnej.

Elżbieta Kasperska, Elwira Mateja-Losa, i Damian Słota w artykule *Zanurzenie optymalizacji w symulację i symulacji w optymalizację – na przykładzie wybranych modeli typu SD* podsumowują długoletnie wyniki badań zespołu nad interesującą klasą modeli łączących symulację i optymalizację struktury modelu. Wydaje się być to dobrym rozszerzeniem klasycznej medodologii Dynamiki Systemów (*System Dynamics*). Wykorzystanie optymalizacji jako narzędzia wspomagającego proces konstruowania modelu symulacyjnego opisuje również E. Kasperska w artykule *Symulacja zmian strukturalnych w modelach SD a proces uczenia się (w) organizacji*. W pracy tej Autorka pokazuje sposób upraszczania struktury modelu bez strat dla wartości funkcji celu. Artykuł ten można uznać za swego rodzaju kontynuację i poszerzenie rozważań przedstawionych w poprzednim artykule zespołowym.

Innym podejściem hybrydowym zajął się Jacek Zabawa w artykule *Planowanie eksperymentu w hybrydzie symulacja - system wspomagania decyzji*. W artykule tym Autor pokazuje zastosowanie języka sterowania eksperymentem *LEKS* w poszukiwaniu optymalnych wartości zmiennych decyzyjnych w modelu przedsiębiorstwa przemysłowego zaimplementowanego w „komputerowym środowisku eksperymentów symulacyjnych *Ekanwin*".

Ostatni artykułem odnoszącym się do podejścia heterogenicznego jest praca Grzegorza Chodaka *Propozycja modelu klienta w sklepie internetowym*. Autor analizuje problemy związane z modelowaniem dynamicznego i trudnego w identyfikacji obiektu, jakim jest klient sklepu internetowego. Jest to przykład zagadnienia, w którym wykorzystanie modelu (np. do prognozy zachowania się obiektu) powinno przebiegać niemal równolegle z rozpoznawaniem tegoż. Wydaje się, że twórcy modeli symulacyjnych będą coraz częściej stawać przed tego typu problemami związanymi z potrzebą modelowania procesów, których charakter zmian indukowany jest rewolucją internetową.

Jedną z większych trudności w algorytmicznym modelowaniu systemów społecznych i gospodarczych jest odwzorowanie „czynnika ludzkiego": procesów poznawczych i emocjonalnych, które wpływają na decydentów i – tym samym – na cały system. Gry symulacyjne pozornie niwelują ten problem (czynnik ludzki jest odwzoro-

wany w sposób naturalny), choć właściwiej byłoby powiedzieć, że nadają mu inny wymiar.

W grze jako modelu symulacyjnym można wyróżnić dwie części część „ludzka" (uczestnicy odgrywający role) i część nieożywiona, algorytmiczno-opisowa: reguły, scenariusz, symulator reakcji. Specyfika pierwszej z tych składowych wymaga od osób odpowiedzialnych za przebieg i skuteczność rozgrywki pewnej wiedzy o mechanizmach wpływających na ludzkie decyzje i zdolność do uczenia się. Motywy, emocje i potrzeby uczestników gry wpływają bezpośrednio i pośrednio (np. poprzez interakcje w zespole) na przebieg symulacji i podsumowania rozgrywki. Odgrywanie roli, choćby najprostszej, angażuje całego człowieka, łącznie z jego emocjami. Bankructwo wirtualnej firmy nie pozbawia pracy i majątku rzeczywistych ludzi, ale jest katastrofą w świecie gry, w którym wirtualną firmą zarządza *symulowany* zarząd, ale składający się z *rzeczywistych* ludzi. Przeżywają oni zatem *rzeczywiste* emocje: gniew, wstyd, złość i poczucie winy, zaś w przypadku sukcesu: radość, dumę, czasem współczucie dla przegranych.

W przeciwieństwie do rzeczywistych organizacji gospodarczych, które rzadko są zarządzane od początku do końca swoich dni przez te same osoby, w grach symulacyjnych czynnik ludzki wpływający na sukces lub porażkę jest dobrze zdefiniowany. Co ważniejsze, w grach ekonomicznych zamknięty horyzont symulacji i ilościowe kryteria sukcesu uniemożliwiają wynik nierozstrzygnięty: w każdej grze będzie zwycięzca (np. firma z najwyższym wynikiem finansowym) i przegrany[2]. Świadomość emocji przeżywanych przez uczestników *w grze* i *w związku z grą* jest jednym z warunków skutecznego przebiegu podsumowania rozgrywki, co jest tematem artykułu Alicji Balcerak *Zorganizowana refleksja. Sens, forma i przebieg podsumowania rozgrywki gry symulacyjnej*.

Jedną z ważniejszych cech tzw. symulacyjnych gier *serio* jest podział rozgrywki na trzy etapy: (1) wprowadzenie (2) symulacja (3) podsumowanie rozgrywki. Wprowadzenie do rozgrywki to etap, w którym uczestnicy powinni osiągnąć intelektualną i emocjonalną gotowość do pracy z modelem. Obejmuje: instruktaż teoretyczny i praktyczny; zapoznanie z charakterystyką oryginału modelu (systemu przedmiotowego), przedstawienie danych początkowych, zapoznanie z procedurą, programem komputerowym i/lub rekwizytami oraz regułami: proceduralnymi, behawioralnymi (kryteria kwalifikacji zachowań uczestników, przewidziane nagrody i kary), komunikacji (dopuszczalne sposoby porozumiewania się uczestników rozgrywki między sobą i z arbitrami) i oceny. W tym etapie następuje również podział na zespoły decyzyjne oraz - jeżeli jest to konieczne i możliwe – rozgrywka próbna. W ramach przygotowania do rozgrywki gier złożonych praktykuje się również przygotowanie przez uczestników

[2] Bez wskazania przegranych i wygranych mogą kończyć się gry zewnętrznie sparametryzowane, np. symulacje behawioralne (*role-playing*). Tu jednak samo odgrywanie roli angażuje (i musi angażować) emocje uczestników.

systemu wspomagającego decyzje (lub zapoznanie ich z gotowym systemem). W artykule *System wspomagania decyzji w grze kierowniczej Spółka* Waldemar Rzońca przedstawia i analizuje rozwiązanie pośrednie: system do analizy *what if* wykonany samodzielnie przez uczestników, choć z możliwością skorzystania z „półproduktu". Z kolei przygotowanie do symulacji opisanej w artykule Justyny Bobowskiej, Agaty Kobyłt, Stanisława Krawczyka i Agnieszki Tubis *Symulacja współpracy w łańcuchu logistycznym* wymagało od uczestników uzupełnienia scenariusza o informacje dotyczące rzeczywistego otoczenia gospodarczego (np. technologie produkcji, warunki zatrudniania i zwalniania pracowników, terminy realizacji zamówień materiałowych, warunki pozyskiwania kredytów bankowych).

Podstawowe znaczenie dla badania i ewentualnego zwiększania skuteczności gier symulacyjnych o zastosowaniach dydaktycznych ma ilościowa i jakościowa analiza rozgrywek prowadzona przez ich arbitra. Ten słabo reprezentowany w piśmiennictwie dotyczącym symulacji niealgorytmicznej temat podejmują autorzy zamieszczonych tu artykułów: *Analiza rozgrywek* Investor-Industrie oraz *Symulacja w nauczaniu zarządzania produkcją*. W drugim z nich Zofia Krokosz-Krynke prezentuje korzystne efekty zastosowania gry *Optimized Production Technology (OPT)*[3] jako wprowadzenia do przedmiotu, w porównaniu z wykorzystaniem jej jako podsumowania teoretycznego wykładu. Jest to przykład zastosowania gry symulacyjnej jako motywatora: wrzucany na głęboką wodę student odkrywa potrzebę pogłębienia wiedzy dotyczącej np. planowania produkcji i poznania narzędzi, które ten proces ułatwiają. Odwrotna sytuacja – najpierw dostarczanie narzędzi, a później okazji do ich zastosowania – okazała się w opisywanym przypadku mniej skuteczna.

Uczenie przez doświadczanie (*experiential learning*) zachodzi również w coraz popularniejszych – również w naszym kraju - ćwiczeniach *outdoor*. Uważa się je za szczególnie skuteczne w budowaniu zespołów, wzmacnianiu poczucia osobistej kompetencji, spójności w grupie i postaw służących kooperacji [Hornyak i Page 2004]. Ich pokrewieństwo z grami symulacyjnymi dla jednych jest oczywiste, dla innych bardzo problematyczne. Tradycyjne (tzw. podające) metody nauczania faworyzują procesy poznawcze *odbiorców wiedzy*, metody aktywizujące – zarówno poznawcze, jak i emocjonalne, a także behawioralne *uczestników procesu uczenia się*. Istnieją gry symulacyjne, które nie angażują fizycznie uczestników (a nawet nie wymagają osobistego kontaktu między nimi); natomiast w ćwiczeniach *outdoor* owo zaangażowanie jest kluczowym elementem (por. np. [Hornyak i Page 2004], [Clements i in. 1995] oraz zamieszczony w tym tomie artykuł Jacka Woźniaka *Czy ćwiczenia outdoor tworzą odrębny typ idealny wśród gier symulacyjnych?)*.

Istotniejszą różnicą między „typową" grą symulacyjną a ćwiczeniem *outdoor* jest wyraźna dominacja części „ludzkiej" nad nieożywioną; nie występuje w nich część algorytmiczna modelu, brak nawet opisów ról – te wyłaniają się w trakcie trwania

---

[3] [Goldratt i Cox 1984].

ćwiczenia. Interakcje nie są ograniczone do wyspecyfikowanych kanałów, są nieprzewidywalne i wielorakie. Jeżeli odwołać się do klasyfikacji Rubena [1974] dzielącego gry symulacyjne na wewnętrznie i zewnętrznie sparametryzowane, to ćwiczenia *outdoor* sparametryzowane są zewnętrznie, i to tak dalece, że podczas ich trwania może w ogóle nie dojść do symulacji. Jak ujął to J. Woźniak, ćwiczenia *outdoor* pełnią raczej rolę stymulatora[4], niż symulatora.

Tym co niewątpliwie łączy obie metody (gry symulacyjne i ćwiczenia *outdoor*) jest ich duża wrażliwość na nieodpowiednie użycie i podatność na wynaturzenia.[5] Paradoksalnie, ich efektowność, atrakcyjność i pozorna „lekkość" stanowią czynniki zwiększające wymagania w stosunku do prowadzących trening, szkolenie, zajęcia akademickie.

Gra symulacyjna może nie tylko odwzorowywać systemy społeczne, ale i sama ten system społeczny tworzy. Stąd gry – nawet rozrywkowe – zwłaszcza wieloosobowe fabularne online (tzw. MMORPG - *massively multiplayer online role-playing games*), stanowią interesujący obiekt badawczy dla socjologów i psychologów, a nawet próbuje się je wykorzystywać jako narzędzia badawcze ([Epstein i Axtell 1996] za: [Kolo i Baur 2004]). Czy jednak długotrwałe przebywanie w rzeczywistości alternatywnej pozostaje bez wpływu na funkcjonowanie w naturalnym świecie? Ten problem rozważa autorka artykułu *Od rzeczywistości gry symulacyjnej do rzeczywistości alternatywnej,* w którym przedstawia wyniki wstępnych badań bywalców alternatywnych światów – potocznie zwanych światami wirtualnymi.

Przymiotnik „wirtualny" (nad)używany jest zresztą ostatnio w różnych kontekstach i często oznacza praktycznie tyle, co „realizowany w sieci rozległej" (np. marketing wirtualny, wirtualna dyskusja, wirtualna sprzedaż). W obszarze symulacji przymiotnik ten występuje w określeniach odwzorowanych w modelu elementów systemu przedmiotowego (np. „wirtualny rynek" - zmienne opisujące działanie rynku, „wirtualny dyrektor" – rola dyrektora odgrywana przez uczestnika gry symulacyjnej), choć istnieją też specyficzne określenia, np. *wirtualny świat,* czyli „model formalny lub mikroświat (*microworld*), w którym decydenci mogą odświeżać umiejętności, prowadzić eksperymenty, grać. Może być modelem fizycznym, grą, symulacją komputerową." [Sterman 1994; s. 317]. Anna Latawiec w artykule *Świat wirtualny krzywym zwierciadłem rzeczywistości* proponuje rozumienie świata wirtualnego jako efektu symulacji „intelektualnej" lub „technicznej." Wprowadza pojęcia *subiektywnych światów wirtualnych* (w pełni dostępne tylko ich twórcom, hermetyczne) i *obiektywnych światów wirtualnych* (dostępne innym osobom, poddawane weryfikacji). Odpowiednikami światów wirtualnych: *subiektywnych* i *obiektywnych* byłyby więc, odpowiednio, modele mentalne i modele zaimplementowane, zaś proces modelowania byłby sposobem „obiektywizacji" świata wirtualnego.

---

[4] Mazany i in. [1995] nazywają to „dostarczaniem metafory".

[5] Por. [Wagner i in. 1991].

Analogia świat wirtualny (w ujęciu A. Latawiec) – świat symulowany miałaby jednak ograniczenia: (1) W koncepcji A. Latawiec ukryte jest założenie o dynamicznym charakterze światów wirtualnych; model mentalny (rozumiany jako ogląd rzeczywistości) może być statyczny. (2) Bazą dla formalnego modelu symulacyjnego nie musi być symulacja „intelektualna" – najczęściej zresztą nie jest ona możliwa; mentalne odwzorowanie zachowania systemu złożonego dynamicznie przekracza ludzkie możliwości (por. [Sterman 1994], [Forrester 1994]).

Tym co zdecydowanie łączy te światy jest niedokładność odwzorowania („krzywe zwierciadło") rzeczywistości; częściowo zamierzona (modelowanie jest sztuką upraszczania), przede wszystkim jednak wynikająca z naszej niewiedzy i ograniczonych możliwości poznawczych.

LITERATURA

CLEMENTS, C., WAGNER, R.J., ROLAND, C.C. 1995. The ins and outs of experiential training; [w:] *Training and Development Journal 4*9(2); ss. 52-56.

DOYLE, J.K., FORD, D.N. 1997. Mental models concepts for system dynamics research; [w:] *System Dynamics Review,* (14/1); ss. 3-29.

EPSTEIN, J., AXTELL, R. 1995. *Growing artificial societies: Social science from the bottom up*. Brookings Institution Press. Washington.

FORRESTER, J. 1994. Policies, decisions, and information sources for modeling; [w:] J.D.W. Morecroft, J.D. Sterman (red.) *Modeling for Learning Organizations.* Productivity Press, Portland; ss. 51-84.

GOLDRATT, E.M., COX, J. 1984. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement.* North River Press, NY.

HORNYAK, M.J., PAGE, D. 2004. Experiential learning: Introducing faculty and staff to a university leadership development program; [w:] *Simulation & Gaming*, 35/4; ss. 461-475.

KOLO, C., BAUR, T. 2004. Living a virtual life: Social dynamics of online gaming; [w:] *Game Studies. The International Journal of Computer Game Research* 4/1.

MAZANY, P., FRANCIS, S., SUMICH, P. 1995. Evaluating the effectiveness of an outdoor workshop for team building in an MBA programme; [w:] *The Journal of Management Development* 14/3; ss. 50-68.

MOSS, S. 2000. Messy systems - target for Multi Agent Based Simulation; [w:] S. Moss, P. Davidsson (red.) *Multi Agent Based Simulation*. Springer Verlag.

RUBEN, B.D. 1974. The what and why of gaming. A taxonomy of experiential learning systems; [w:] *Simulation and Gaming. Proceedings of the 12th Annual Symposium National Gaming Council and the 4th Annual Conference International Simulation and Gaming Association*; ss. 40-55.

STERMAN, J.D. 1994. Learning in and about complex systems; [w:] *System Dynamics Review* 10/2-3; ss. 291-330.

WAGNER, R., BALDWIN, T., ROLAND, C. 1991. Outdoor training: revolution or fad?; [w:] *Training & Development Journal*, March; ss. 50-65.